

<sup>1</sup>Алексеева Н. Т., <sup>2</sup>Никитюк Д. Б., <sup>2</sup>Клочкова С. В.

## СТРУКТУРНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭПИДЕРМИСА ПРИ ЗАЖИВЛЕНИИ КОЖНЫХ РАН

<sup>1</sup> Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко,  
<sup>2</sup> Первый Московский государственный университет им. И. М. Сеченова, Россия

Репаративная регенерация кожи характеризуется активным участием клеток эпидермиса, который обеспечивает восстановление целостности кожного покрова. Оценка структурно-метаболических изменений на уровне эпидермиса позволяет аргументировано характеризовать восстановительные процессы в покровных тканях и имеет большое прикладное значение, так как определение морфологического эквивалента регенерации в коже при различных региональных воздействиях вооружит практическую медицину эффективными методами лечения с положительной динамикой раневого процесса и хорошими морфологическими характеристиками зоны регенерата. Целью работы явилось установление структурно-метаболических особенностей эпидермиса при репаративной регенерации поврежденной кожи.

**Материал и методы.** Исследования проведены на 84 лабораторных крысах-самцах массой  $240 \pm 12,5$  г. Для моделирования асептической раны под наркозом («Золитил-100» в дозе 8 мк/кг (согласно инструкции производителя)) на выбритом от шерсти участке наружной поверхности средней трети бедра производили линейный разрез кожи, подкожной жировой клетчатки длиной 1,0 см. Рану закрывали давящей марлевой асептической повязкой. Сразу после моделирования на рану наносили обогащенную тромбоцитами плазму крови (ОТПК). Гидроимпульсную санацию (ГИС) дефекта тканей проводили 0,9 % раствором хлорида натрия.

### Асептические кожные раны под воздействием ОТПК

Группы исследований	Количество животных	Характер воздействия
Контрольная	28	Дополнительное воздействие не проводилось
1 опытная группа	28	ГИС
2 опытная группа	28	Нанесение ОТПК

Для забора материала животных выводили из эксперимента на 1, 3, 5 и 7-е сутки для оценки особенностей репаративной регенерации в различные фазы раневого процесса. Материал фиксировался в 10 % нейтральном формалине. Измерения диаметров волокон проводилось на препаратах, окрашенных по Ван-Гизону, с применением программы ImageJ, анализировалось не менее 7 полей зрения, по 20 волокон в каждом срезе. Для выявления РНК использовали методику с Азуром В (S. Shea, 1970). Для анализа данных использовались статистические пакеты Statistica 6.1 фирмы StatSoft, использованы методы описательной статистики. С целью углубленного анализа полученных данных в ходе данной работы был создан ряд многомерных регрессионных моделей, позволявших проводить оценку динамики и в дальнейшем осуществлять прогнозирование тече-

ния процессов репарации в ране в зависимости от их вида и применяемого лечения и построения трехмерных результирующих поверхностей как способа наглядной оценки полученных результатов.

**Результаты и обсуждение.** Анализ белково-синтетической активности в контрольной группе показал увеличение оптической плотности РНК на всем анализируемом диапазоне площади раневого дефекта при одновременном колоколообразном ходе результирующих поверхностей в сопоставлении с диаметром волокон. В целом, выявленная динамика изменений соответствовала данным нормального распределения, что и отразилось на форме результирующей поверхности (рис. 1, а).

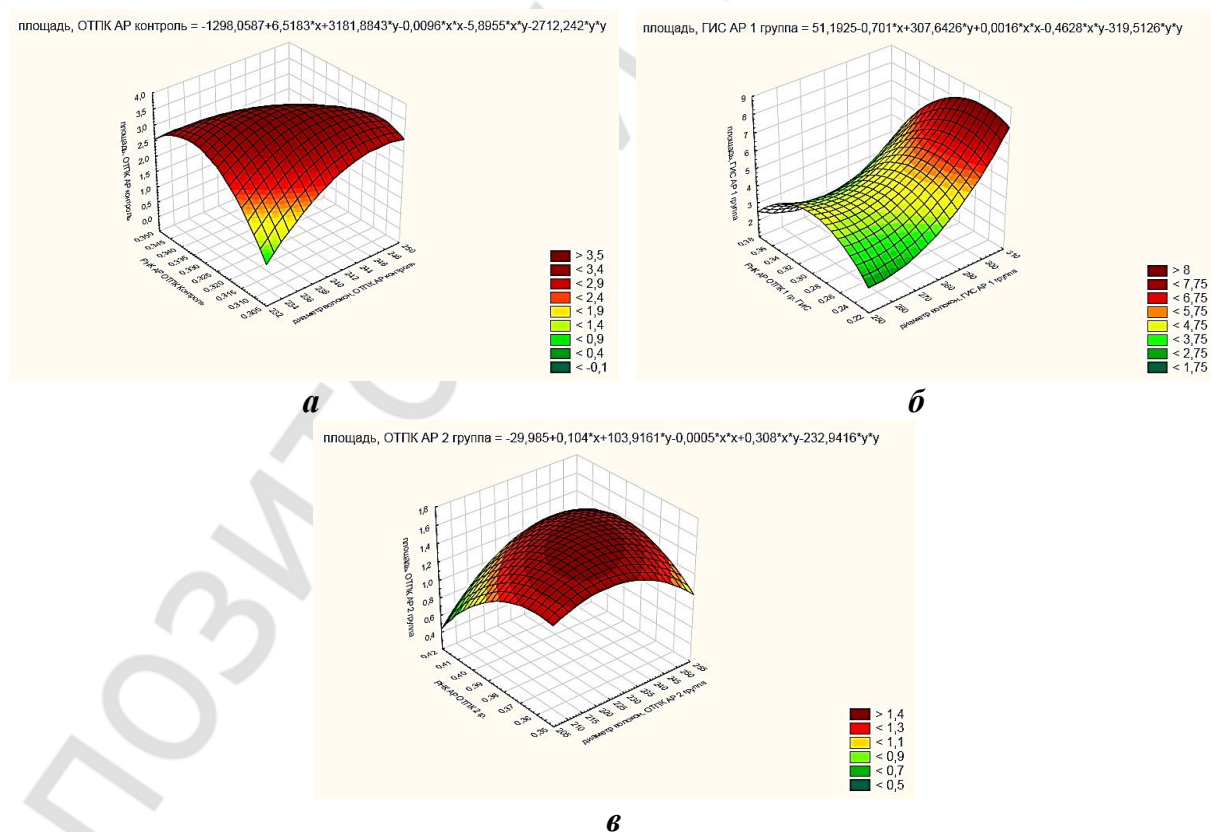


Рис. 1. Зависимость площади раневой поверхности от содержания РНК и диаметра волокон:

а — контрольная группа; б — ГИС; в — ОТПК

При использовании ГИС по данным моделирования отмечалась тенденция к увеличению диаметра волокон, сопровождавшаяся уменьшением активности РНК и относительным увеличением площади раневого дефекта, что полностью согласовалось с наблюдавшейся микроскопической картиной (рис. 1, б). Вероятно, это является отражением травмирующего действия ГИС, оказывающей тормозящее влияние на кератиноциты, которые обеспечивают поверхностное закрытие раневого дефекта. Использование ОТПК вносило малые изменения в форму результирующей поверхности модели по сравнению с контрольной группой, однако отмечалось значительно более быстрое уменьшение площади раневого дефекта, сопровождавшееся гармоничным повышением оптической плотности РНК, как показателя метаболических процессов, и одновременным увеличением

диаметра коллагеновых волокон (рис. 1, в). Стимулирование гистохимических процессов под влиянием ОТПК проявлялось повышенным отложением продукта реакции при выявлении РНК, обеспечивало повышение сопротивляемости тканей к повреждающему фактору и потенцировало новообразование эпидермиса, закрывающего раневой дефект. Полученные данные стали основой для создания математической модели, отражающей зависимости изменения площади раневого дефекта, скорости его эпителизации от гистохимических и морфометрических количественных предикторов.

**Выводы.** Результаты проведенного исследования продемонстрировали возможность наглядной прогностической оценки динамики площади раневого дефекта в зависимости от анализировавшихся параметров и в соответствии с видом регионального воздействия [1]. Использование ОТПК оказывало позитивное воздействие на все элементы регенерата и потенцировало скорейшее закрытие раны с наилучшими морфологическими характеристиками структур в области регенерата, что согласуется с литературными данными [4, 5]. Применение ГИС приводило к более выраженным изменениям как со стороны поверхностных структур кожи, так и со стороны волокнистого компонента дермы, что можно расценивать как травмирующее действие данного санационного метода при асептическом течении ран [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеева, Н. Т.* Применение математического моделирования для комплексной оценки восстановительных процессов при заживлении кожных ран на фоне различных методов регионального воздействия / Н. Т. Алексеева // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13. № 3. С. 598–604.
2. *Лобас, С. В.* Морфологическая оценка применения барботажной санации при лечении асептических ран в эксперименте / С. В. Лобас, А. А. Глухов, Е. В. Микулич // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21. № 2. С. 29–32.
3. *Plasma Rich in Growth Factors Enhances Wound Healing and Protects from Oxidative Stress in Dermal Fibroblasts and 3D Skin Models / E. Anitua [et al.] // Curr. Pharm. Biotechnol. 2016. Vol. 17(6). P. 556–570.*
4. *Plasma rich in growth factors (PRGF-Endoret) stimulates corneal wound healing and reduces haze formation after PRK surgery / E. Anitua, [et al.] // Exp. Eye Res. 2013. № 115. P. 153–161.*

*Alexeeva N. T., Nikityuk D. B., Klochkova S. V.*

#### **Structural and metabolic features of the epidermis in the healing of skin wounds**

*Voronezh State Medical University N. N. Burdenko,  
First Moscow State University I. M. Sechenov, Russia*

Reparative regeneration of the skin characterized by the active participation of the epidermal cells, which ensures the recovery of the skin integrity. The close relationship between protein-synthetic processes at the level of the epidermis, the size of the defect and the state of wound fiber component is established. These peculiarities of character of modeling surfaces allow us to recommend them for quick visual assessment of experimental results with a large number of interrelated parameters and the different types of regional impact.

**Key words:** reparative regeneration of the skin, the epidermis, immunohistochemistry.